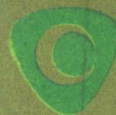


中央广播电视大学出版社



DANSHUI YANGZHI

淡水养殖

主编 谭玉钧

中央广播电视大学出版社

淡水养殖

谭玉钧 主编

中央广播电视大学出版社

(京)新登字 163 号

图书在版编目(CIP)数据

淡水养殖/谭玉钧主编. —北京:中央广播电视大学出版社,
1994. 11

ISBN 7-304-01071-1

I. 淡… I. 谭… III. 淡水养殖—电视大学—教材 IV.
S964

中国版本图书馆 CIP 数据核字(94)第 15209 号

淡 水 养 殖

谭玉钧 主编

中央广播电视大学出版社出版

社址:北京复兴门内大街 160 号 邮编:100031

北京印刷二厂印刷 新华书店北京发行所发行

开本 787×1092 1/16 印张 16.75 千字 384

1994 年 11 月第 1 版 1996 年 10 月第 2 次印刷

印数 1501~2900

定价 18.55 元

ISBN 7-304-01071-1/S·12

前 言

本书是根据中央广播电视大学淡水养殖教学大纲进行编写的,是农科各专业及农科师资类的专业课教材。

我国淡水养殖历史悠久,技术精湛,发展淡水养殖的自然条件十分优越,有关的政策也很宽松。1993年我国淡水鱼产量约占我国水产品总产量的50%,其中养殖产量占淡水鱼产量的87%,可见淡水养殖业的举足轻重的地位,在全世界淡水鱼产量中,我国占1/3强,比年产量居第二位的印度高出4倍,可以说是世界淡水养殖业最发达的国家。80年代以来,通过引种驯化及鱼类育种生物技术的应用研究,开发了不少新的养殖对象,养殖种类发展到20多种;一些大水面的养殖方式由过去的单纯天然饵料粗放养殖发展到人工投喂配合饲料,进行半精养或精养;由放牧式的散养发展到利用围栏和网箱进行集约式高密度饲养;由单一养鱼发展到渔、农、牧并举,综合养鱼。取得了举世瞩目的成就,从目前看,增产潜力仍然很大,产量还在继续增长。

但我国地域辽阔,淡水养殖生产发展很不平衡,高产或低产区,无论在产量还是在产值上差距均较大,人民吃鱼的水平还很低,因此普及养殖科学知识,推广先进的淡水养殖技术以期更高地提高整体水平,是刻不容缓的重要任务,加以近年由于市场需求量大,产值特高,不少地区正在大力发展诸如鳖、蟹、鳗等特种水产养殖,更是亟需这方面的科技资料。

由于缺乏电视授课的经验,加以编者水平所限,书中不足之处在所难免,欢迎广大读者批评指正,以俟再版时修订。

本书的绪论及第三、四、七、十、十一(一、三)章由谭玉钧编写,第一、五、六、十一(四、五)由王武编写,第八、九章由陆伟民编写,第十二章由蔡完其编写,第二章由张润编写。第十一(二)章由黄樟翰、谭玉钧编写。

编 者

1994年9月1日

目 录

绪论	(1)
一、淡水养殖的概念	(1)
二、淡水养殖简史	(1)
三、我国淡水养殖的发展概况和成就	(2)
四、我国淡水养殖发展的前景	(4)
第一章 主要养殖鱼类的生物学	(5)
一、鱼类的外部形态结构	(5)
二、鱼类的组织器官及功能	(6)
三、鱼类的习性和生理特点	(10)
四、养殖鱼类的选择	(13)
五、主要养殖鱼类的形态特征和生活习性	(15)
第二章 淡水鱼类的生活环境	(23)
一、水温	(23)
二、水中的溶氧量	(24)
三、水色	(26)
四、水体中溶解盐类和有机物质	(27)
五、水的 pH 值	(29)
六、水的透明度	(31)
第三章 饲料和肥料	(32)
一、鱼类的饵料	(32)
二、池塘施肥	(48)
第四章 主要养殖鱼类的人工繁殖	(56)
一、鱼类繁殖的生物学基础知识	(56)
二、家鱼人工繁殖	(62)
三、鲤的人工繁殖	(77)
四、团头鲂的人工繁殖	(80)
第五章 鱼苗鱼种的培育	(82)
一、主要养殖鱼类苗种的形态、生态和生理特征	(82)
二、鱼苗的培育(鱼苗养成夏花鱼种)	(89)
三、鱼种的培育(夏花鱼种养成一龄鱼种)	(95)
第六章 池塘食用鱼的饲养	(106)
一、池塘环境及改造	(106)

二、鱼种放养·····	(108)
三、混养、密养 ·····	(110)
四、轮捕轮放·····	(117)
五、食用鱼的饲养管理·····	(118)
第七章 综合养鱼 ·····	(127)
一、综合养鱼类型·····	(127)
二、综合养鱼意义·····	(128)
三、渔、农综合经营系统 ·····	(129)
四、渔、牧综合经营系统 ·····	(130)
五、渔、牧、农综合经营系统·····	(131)
六、桑基鱼塘、蔗基鱼塘和草基、果基鱼塘·····	(133)
第八章 湖泊、水库粗放式养鱼 ·····	(136)
一、合理放养的涵义·····	(136)
二、湖泊、水库合理放养技术 ·····	(137)
三、拦鱼技术·····	(144)
四、湖泊、水库捕捞技术 ·····	(150)
第九章 湖泊、水库集约化鱼类养殖 ·····	(153)
一、网箱养鱼·····	(153)
二、网围养鱼·····	(165)
第十章 稻田养鱼 ·····	(169)
一、稻田养鱼历史和现状·····	(169)
二、稻田养鱼的作用·····	(169)
三、养鱼稻田的条件和设施·····	(171)
四、稻田养鱼的类型·····	(172)
五、稻田养殖的鱼类和放养量·····	(174)
六、养鱼稻田的管理·····	(174)
七、妥善解决稻作技术与养鱼的矛盾·····	(175)
第十一章 其它鱼类和特种动物的养殖 ·····	(177)
一、非鲫的养殖·····	(177)
二、鳊鲮的养殖·····	(184)
三、鳖的人工繁殖和养殖·····	(196)
四、河蟹的人工繁殖和养殖·····	(211)
五、河蚌育珠·····	(223)
第十二章 鱼病防治 ·····	(233)
一、总论·····	(233)
二、各论·····	(240)

绪 论

一、淡水养殖的概念

淡水养殖是以淡水水体(包括池塘、水库、湖泊、河沟等)为空间,投入饲料、肥料或依赖水体中的天然饵料,采用各项技术措施,饲养鱼类或其它水生动物,最终取得鱼或其它水产品,从而实现一定经济效益的经济活动。

淡水养殖为人类提供大量优质的动物蛋白,是人类今后获取优质动物蛋白的最主要来源之一,对改善人民的食物结构有重要意义。它是国民经济的一个组成部分。发展淡水养殖可以容纳一定数量的劳动力,创造财富,增加群众和国家收入。水产品还是重要的出口商品,在国际市场上有较强的竞争能力,在出口农业产品中有较高的创汇率。

我国是世界上淡水渔业最发达的国家。1990年产量为523.7万吨,约占世界淡水鱼产量的1/2,占我国水产品总产量的42.3%。其中池塘养殖产量为337.6万吨,水库为36.25万吨,湖泊为26.8万吨,河沟为26.4万吨,捕捞77.8万吨,其它18.85万吨。我国也是世界上淡水总面积最大的国家之一。总面积2.64亿万亩(2514万余公顷),其中可供养鱼水面8460余万亩(564余万公顷)。各种水面类型齐全,分布广泛。

我国幅员辽阔,全国国土分布在热带、亚热带、温带和个别地点处于寒带。其中绝大部分位于亚热带和温带,气候条件对发展淡水养殖非常有利。我国绝大部分地区年辐射能均在 10^6 千卡/平方米以上。尤以长江和珠江流域,水源丰富。年降雨量在1000~2000毫米,热量充足,日照较长,是我国淡水养殖最发达的地区。其它地区虽然生长期较短、雨量较少,但在鱼的生长季节,光照时间长,故也不乏淡水养鱼高产纪录。

我国有丰富的淡水鱼类资源,其中有经济价值的为40~50种。我国传统养殖的鲢、鳙、草鱼、青鱼、鲤、鲫、鲮、鲂(鳊)是主要的养殖鱼类。从国外引进的非鲫、胡子鲶、斑点叉尾鮰和大口黑鲈产量也逐年增长。

二、淡水养殖简史

我国淡水养殖有悠久的历史,是世界上池塘养鱼最早的国家,远在公元前11世纪的殷末周初,就已经有养鱼的纪录。距今2400多年前,即在公元前460年左右春秋战国时代,越国大夫范蠡根据劳动人民的生产经验,编著了《养鱼经》,这是世界最早的一部养鱼著作。春秋战国至汉朝均以养殖鲤为主,并有在昆明池(今西安附近)养鱼的记载,这是我国大水面养鱼的开始,并从文献记载中了解稻田养鲤起始于东汉。到了唐代,由于帝王姓李,李与鲤同音,认为鲤

是皇室的象征,故严禁人民捉、卖、吃鲤,结果使发展了一千多年的养鲤业顿时停止了。渔民群众在这种情况下,一方面受到帝王的严禁,另一方面由于生产力的发展,人民不满足于单一鱼类的养殖,便找寻其它可养鱼类。草鱼、青鱼、鲢、鳙也就在这个时候开始饲养。从单一养鲤转变到多种鱼类混养,这是养鱼技术上一个很大的进展,使我国养鱼业跨进了一个新的发展阶段。在宋朝,长江和珠江的张捕鱼苗业已很发达。并将这些鱼苗运销到江西、福建、浙江等地养殖,这说明从唐朝到宋朝这五百多年中,鱼苗张捕和运输技术有很大发展,养殖面积也大大扩展了,并对草鱼、青鱼和鲢、鳙鱼的食性有了较正确的认识。到了明朝,我国的养鱼业有了更大的进展,养鱼技术更全面,生产经验更丰富,更细致,更系统了。在这个时期黄省曾的《养鱼经》和徐光启的《农政全书》,对养鱼全过程,包括鱼池构造、放养密度、混养、轮放、投饵施肥、鱼病防治等已有较详细的论述,对饲养草鱼、青鱼、鲢、鳙鱼的方法记载更为完整。这时我国池塘养鱼已从粗养逐渐向精养发展。在明朝中叶以鱼为主的综合经营已开始,这就是深受国外同行盛赞的综合养鱼的雏形。并且在明朝中叶、由于钱塘江三江闸的建成,绍兴一带的外荡养鱼也开始了。清朝文献对鱼苗生产季节、鱼苗习性、鱼苗过筛分类方法和运输,都有较详细的记载,目前的养鱼技术在当时已初步形成了。

三、我国淡水养殖的发展概况和成就

虽然我国淡水养殖历史悠久,资源丰富,但近百年由于帝国主义的侵略和落后的生产关系,束缚了生产力的发展,淡水养殖一直没有得到应有的发展。1950年淡水养殖产量仅有6.6万吨。旧中国遗留下来的水产事业基础非常薄弱。新中国成立后,淡水养殖经历了恢复——发展——徘徊——发展的曲折过程,成绩很大,但也出现了不少问题,取得不少经验教训。

经过国民经济的三年恢复时期和第一个五年计划时期,即1950~1957年。淡水渔业逐步由恢复走向发展,1957年淡水水产品总产量达到118万吨,其中养殖产量达到56.5万吨,这是采取渔区民主改造,解除了旧生产关系对发展淡水养鱼的束缚,渔民分得了池塘和其它养殖水面及生产工具,国家发放了大量贷款和救济金;降低了鱼苗鱼种价格和运输价格,大力推广先进养殖技术经验等措施的结果。1958~1965年,是渔业发展方针上争论的时期。在此期间,我国淡水养殖理论和技术上完成了两件大事:一是1958年家鱼(即草鱼、青鱼、鲢、鳙,在珠江流域则为草鱼、鲮、鲢、鳙)人工繁殖试验成功,为我国淡水养殖事业的大发展奠定了种苗来源的基础;二是把丰富的养殖实践经验概括、上升到理论,总结出了指导生产发展的“水、种、饵、密、混、轮、防、管”八字养鱼经。这对以后各时期我国淡水养殖业的发展无疑发挥了重要作用。与此同时,在渔业发展方针上,展开了“养捕之争”的全国性讨论,最终确定了我国渔业“养捕并举”的方针,从而开始改变过去以捕捞为主的渔业方针和管理体制。1959年,我国淡水鱼总产量达到了123万吨,创造了历史上的最高纪录。1966~1976年,受当时政治思潮的影响,渔业生产徘徊不前。1976年全国淡水鱼总产仅105.6万吨,比1959年减少14.4%。由于围湖造田、酷渔滥捕、水质污染、河湖阻隔等原因,淡水捕捞产量由1957年的61.4万吨,下降为1978年的29.6万吨,减少一半以上。淡水渔业成为大农业中最薄弱的一环。1977~1990年是我国淡

水养殖高速发展的时期。尤其是1978年以来,我国农村逐步落实各项经济政策,调整生产关系和农业产业结构布局,使农业经济向专业化、商品化、现代化转变。随着农村经济政策的调整改革和根据生产发展的要求,发展渔业的方针调整为“以养为主、养殖、捕捞、加工并举,因地制宜,各有侧重”;鼓励养殖、经营联产承包,由过去单一方针改为国家、集体、个人多渠道的养殖经营竞争;对水产品实行“放开”、“搞活”,取消派购任务,鱼货随行就市等多项政策。这些政策大大调动了生产者的养鱼积极性,致使淡水水产品总量由1978年的105.6万吨,增加到1990年的523.7万吨,每年平均递增率达到34.84%,周期淡水养殖产量由76.2万吨,增至445.9万吨,平均年递增率高达30.8%。

建国以来,在党和政府的重视下,在广大水产科技工作者、干部和群众努力与支持下,除了产量显著增长之外,其主要成就还表现在以下几个方面:

(一) 以养鱼专家钟麟教授为首的研究人员于1958年5月首先在世界上突破了鲢人工繁殖产卵技术难关,孵出了鱼苗,以已故学部委员朱洗教授为首的科学家对家鱼人工繁殖的理论和进行了大量的调查研究工作。在1958年秋季使鲢产卵并孵出鱼苗,进一步丰富了家鱼人工繁殖理论和技术,有力地推动了家鱼人工繁殖研究的深入开展及其技术的迅速推广应用。尔后,我国水产科学家又用相同的原理和方法解决了草鱼、青鱼、鳙、鲢以及团头鲂、胡子鲶、斑鳊、中华鲟等20多种养殖鱼类和珍稀鱼类的人工繁殖难题,使多种鱼类的混养、套养和淡水养殖生产大发展,提供了丰足的苗种来源。

(二) 对催产剂的作用机制和鱼类的繁殖生理等进行了较深入的研究,在国际上首先在鱼类大规模应用催产剂,并合成促黄体激素释放激素类似物——LRH-A,从而提高了对鱼类的催产效果和鱼类人工繁殖的生产效率。

(三) 通过引种驯化、遗传育种、核移植和杂交的研究,开发了不少新的养殖对象,如尼罗非鲫、福寿鱼、白鲫、虹鳟、露斯塔野鲮、斑点叉尾鲴、大口黑鲈、淡水白鲳、革胡子鲶、丰鲤、荷元鲤、建鲤、芙蓉鲤、岳鲤、三杂交鲤、颖鲤、异育银鲫、河蟹、罗氏沼虾、日本沼虾,这些种类或品种是淡水养殖获得高产或高经济效益的物质保证之一。

(四) 在我国传统的综合养鱼基础上,通过总结经验,对池塘养鱼高产理论和方法以及养殖制度进行较深入研究,探索出了池塘高产的系统技术,制订了各种不同指标的产量模式和具体措施,为实行养鱼大面积高产、优质、低耗、高效益闯出了一条新路。在较短的时间内,我国各地涌现出一大批大面积高产的典型,如太湖流域(包括杭、嘉、湖地区,无锡、苏州地区和上海市)约有池塘近100万亩,1990年平均亩产约350千克,珠江三角洲约有池塘百万余亩,1990年平均亩产超过500千克。在这些高产地区的带动下,1990年全国池塘总产量达到了337.6万吨,成为我国淡水养殖的主体和支柱。同时把池塘养殖技术和精养高产方法,引用到利用大、中型水面进行围拦、网围或网箱养鱼,取得较高的单产;由于这些养殖区的饵料和废弃物在大水面中得到充分利用,从而带动了在大水面养鱼的增产。并在一些千亩以下的小型湖泊和水库,使用了混养、投饵、施肥等精养手段,取得每亩50~100千克的较高产量,个别的湖、库还实施了渔、林、牧、副和旅游相结合的多种措施,对水体进行综合开发,取得了较好的经济效益。

(五) 对我国主要养殖鱼类的常见病防治进行了长期大量的研究,取得了可喜的成绩,基

本控制了常见病的发生,使养殖鱼类特别是草鱼的成活率大幅度提高,收到显著的增产效果。

(六) 对我国几种主要养殖鱼类的营养生理要求进行了初步的研究,探索它们对蛋白质(含各种氨基酸)、脂肪、碳水化合物、维生素及各种矿物质的需求,为生产配合饲料提供了依据。近年来已开始用配合饲料与我国传统的综合养鱼方法结合起来养鱼,加速了鱼类生长,提高了产量和饲料的利用率。

(七) 由国家、集体和个人集资,对低产区和老区的池塘条件进行改造,改小塘为大塘,浅塘变深塘,漏水塘成为保水塘,死水塘改成活水塘,瘦水塘变为肥水塘,同时又新建了一批高标准、规格化、通水、通电、通路,渔机和饲料肥料供应配套齐全,以精养鱼池组成的连片的商品鱼基地。

(八) 国家和各地行政、科研、教育、技术推广部门采取多种途径、多种渠道、多种形式,开展中、高等水产科技教育和技术培训,培养了大批水产科技人才。

(九) 初步建立起一系列养殖服务体系,如鱼苗产销体系、技术推广服务体系、饲料供应体系和产品流通服务体系。这些服务体系在发展生产中是必不可少的。

四、我国淡水养殖发展的前景

我国淡水养殖尤其是池塘养鱼,无论在技术上或总产量上,均居于世界的领先地位和首位。为了供应人民群众更多的优质动物蛋白质,为了提高广大渔民的收入,为了长期确保我国在这方面的世界领先地位,水产科技工作者仍有大量的工作要做,仍会面临生产上发生的新问题。如解决饲料来源,加强主要养殖鱼类营养生理与全价配合饲料的研究,以进一步提高养鱼饲料的营养成分和养鱼效率;深入进行养殖种类的选育及相关理论的研究,运用生物工程等先进手段,加速培育出更多地经济性状良好的新品种;应注重发展一些优质水族的养殖、如鳖、蟹、虾和鳊、鳙等,以满足人民生活水平日益提高和外贸的需要;发展各类水产品的深加工,提高它们的附加值,以增加经济效益;在养殖现代化方面,应努力提高养鱼机械化水平,减轻体力劳动强度,提高劳动效率;同时,学习引进先进的新成就、新设备、新工艺,把电子计算机等应用到养鱼生产上来,提高现代化养鱼技术水平;更要加强鱼类生理学、生态学与高产理论的研究,为夺取更高产量提供理论基础和后劲;此外还要进一步提高淡水养殖的管理水平,向管理要效益。

总之,上述期望和要求,如能获得进展,淡水养殖才能更好地达到“优质、高效、高产、低耗”的目标,才会以经济效益为中心而得到发展。

第一章 主要养殖鱼类的生物学

鱼类是终生生活在水中,用鳃呼吸并用鳍帮助运动和维持身体平衡的变温脊椎动物。

一、鱼类的外部形态结构

鱼类的生活环境及生活方式不同,其外部形态变化很大,现以鲤鱼为代表(图 1-1),图示如下:

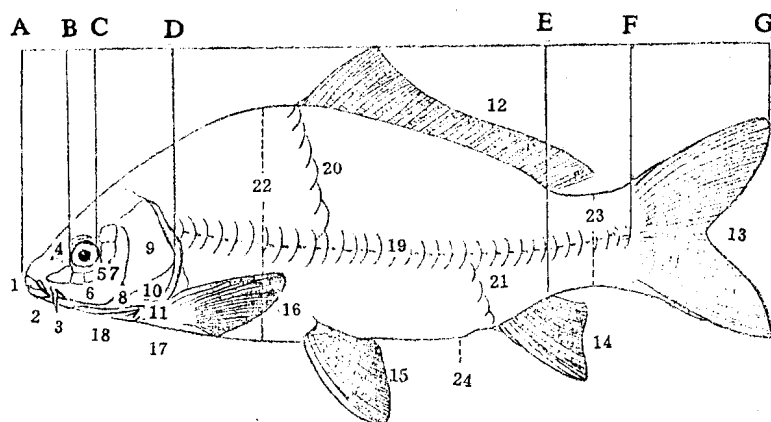


图 1-1 鲤的外形图

A~G. 全长 A~F. 体长 A~D. 头长 A~B. 吻长 B~C. 眼径、C~D. 眼后头长 E~F. 尾柄长

1. 上颌 2. 下颌 3. 颌须 4. 鼻孔 5. 围眼骨 6. 颊部 7. 前鳃盖骨 8. 间鳃盖骨 9. 鳃盖骨
10. 下鳃盖骨 11. 鳃盖条 12. 背鳍 13. 尾鳍 14. 臀鳍 15. 腹鳍 16. 胸鳍 17. 胸部 18. 峡部
19. 侧线 20. 侧线上鳞 21. 侧线下鳞 22. 体高 23. 尾柄高

外形结构在鱼类分类上是重要的判别依据,一般采用的参数有

全长——从吻端到尾鳍末端的水平直线距离(A~G)。

体长——从吻端到尾鳍基底上端点的水平直线长度(A~F)。

体高——鱼体的最大垂直高度(22)。

体宽——体部的最大厚度。

吻长——从眼眶前缘至吻端间的水平直线长度(A~B)。

眼径——眼眶前缘至后缘的距离(B~C)。

尾柄长——臀鳍基底终点至尾鳍基底下端点的距离(E~F)。

尾柄高——尾柄部分的最低垂直距离。

侧线鳞——沿侧线的鳞片。从鳃孔上角有侧线的鳞片数起至尾鳍基底最后一个鳞片止，统计出侧线鳞总数。

侧线上鳞——从背鳍起点斜数至侧线的鳞片数。

侧线下鳞——从腹鳍起点向上斜数至侧线的鳞片数。

鳞式——上述三组鳞片数用一定格式记录表达。其公式为： $L \frac{U}{I}$ 。L——侧线鳞，U——侧线上鳞，I——侧线下鳞。如鲫的鳞式： $27 \sim 30 \frac{5 \sim 6}{5 \sim 6}$ ，27~30 为侧线鳞，侧线上、下鳞都为 5~6。

鳍式——是记载鳍条特征和数量的一种格式。它一方面表示鳍的性质是否有鳍棘，另一方面表示鳍条和鳍棘的数量。如鲢背鳍鳍式：3,7。3 为不分支鳍条数，记在前面，7 为分支鳍条数，写在后面。鳊鱼背鳍由棘和鳍条构成，其写法为 XI~XII, 13~15。鳍棘用大号罗马字书写在前。鳍条同上，记录在后。其余各鳍都照此类推。

二、鱼类的组织器官及功能

(一) 鳍

鳍是鱼的附肢，分为两大类：即成对的偶鳍和单个的奇鳍。偶鳍是指胸鳍和腹鳍；奇鳍是指背鳍、臀鳍和尾鳍。

鳍由许多骨质鳍条组成。硬骨鱼类的鳍条有三种。一种是分支鳍条，它的端部象树枝一样分散开来；另一种是不分支鳍条，端部尖细，并不散开；第三种是既不分支也不分节、完全光滑的鳍棘（刺），它是由鳍条变化而来。鳍条间有可以折叠或张开的薄膜。

鳍是鱼体的行动和平衡器官。在游动时，尾鳍的主要功能是推动前进和控制游动方向，相当于船上的橹和舵。背鳍和臀鳍的主要功能是使身体在水中保持稳定的姿势，防止鱼体倾斜和摇摆。胸鳍的用途象船上的桨一样，既可在摆动时使身体前进，又可伸直使游泳停止。当鱼把一侧的胸鳍伸直，而另一侧照常划动时，鱼体就可以转向一边，变换方向。胸鳍另一个功能和腹鳍一样，能帮助鱼体保体平衡。

(二) 鳞片

鳞片实际上是一种皮骨，覆盖在鱼体表面，为骨质小圆片，前端生长在皮肤里，排列整齐，很象屋顶上瓦片一样，一片覆盖着一片。鳞片的主要功能是保护鱼体，防止病菌和寄生虫的侵袭。鳞片很薄，形状和大小因各种鱼类而有很大差异。如青鱼、草鱼鳞片较大，鲢、鳊鱼鳞片较小，而黄鳝和胡子鲶，鳞片均已退化。

在鱼体两侧，由许多通过鳞片小孔所排成的一条与身体长轴平行的细线，称为侧线。在皮肤内的侧线管是鱼类的感觉（触觉）器官。侧线上的鳞片则称为侧线鳞，侧线鳞的数量是分类上的重要依据之一。

鳞片的年轮是鉴定鱼类年龄的主要依据。

(三) 呼吸器官

鱼类用鳃呼吸。在鱼的鳃盖下和咽喉两侧各具4个鳃(另一对鳃已退化,鳃弓上仅有鳃耙而无鳃丝),每一个鳃分成两个鳃片,每个鳃片由许多鳃丝排列而成,每根鳃丝的两侧又生出许多鳃小片。鳃小片内有众多毛细血管,其表皮非常薄,血液和水环境的气体交换就在这里进行。鳃小片是非常柔软的组织,依靠水的浮力才能充分张开,使其与水的接触面积达到最大限度。如果鱼离开水,空气不能托住鳃小片,它们彼此粘连在一起,有效呼吸面大大缩小,取得的氧量极少,鱼就不能长期生活下去。鳃生长在鳃弓上。其外侧有鳃盖保护,鳃盖下的裂缝称为鳃孔,是水流出的门户。鱼类依靠口、口咽腔、鳃盖腔、鳃盖(包括鳃盖膜)协调一致运动,使水定向由口流入,进入鳃区各呼吸面,然后由鳃孔流出体外。鱼的鳃盖和口连续不断的开合,构成鱼类呼吸运动。鱼类通过鳃从水中获得氧气,代谢活动以后产生的二氧化碳通过鳃与水体接触排出体外。因此鱼类呼吸器官的功能就是使血液和水环境进行气体交换。

(四) 消化系统

消化系统由消化腺和消化管二部分组成(图1-2)。消化管是从口开始,通过口咽腔(包括齿和鳃耙)、食道、胃、肠、肛门的一根管道。它的主要功能是取食,并把食物切断或磨碎,在胃、肠内贮集和消化吸收。消化腺是分泌消化液的腺体,包括肝脏、胰脏等。它的功能主要是分泌消化酶、粘液和酸,以帮助和促进食物的消化。

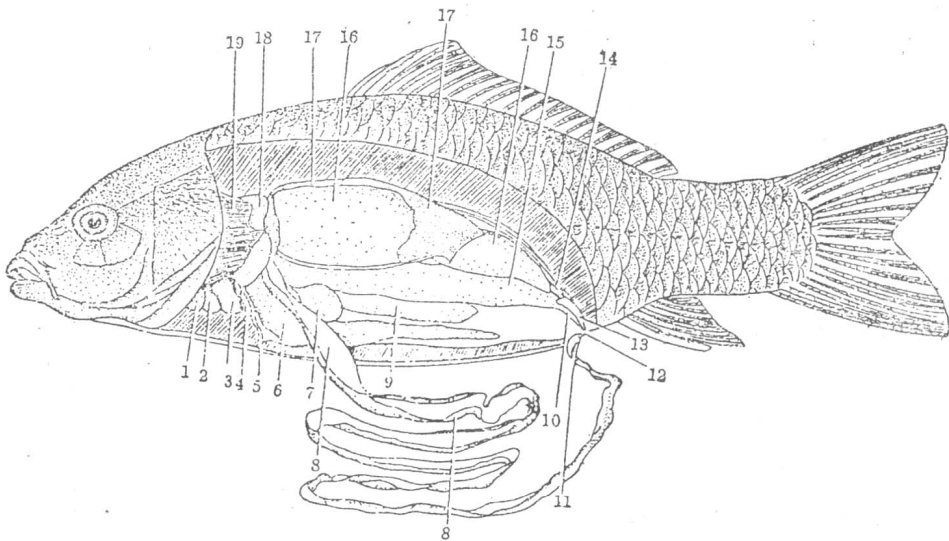


图 1-2 鲤的内脏解剖图

1. 动脉球 2. 心室 3. 心房 4. 静脉窦 5. 心腹隔膜 6. 肝脏 7. 胆囊 8. 肠 9. 脾脏 10. 输精管
11. 肛门 12. 泄殖窦和孔 13. 膀胱 14. 肾脏 15. 精巢 16. 鳔 17. 肾脏 18. 头肾 19. 咽骨缩肌

一般来说,凶猛鱼类的口大,齿发达尖锐,鳃耙短而少,胃大、肠短,消化液中蛋白酶含量高。而温和鱼类的口小、齿不发达,鳃耙较长而密,无胃或胃简单,肠长,消化液中淀粉酶含量高。

鲤科鱼类的消化系统有二个特点,一是无胃,消化由肠道直接承担。二是上下颌无齿,在咽喉部具有发达的咽喉齿,与其相对应的角质垫(咽磨)配合组成咀嚼面,把食物切断或压(磨)碎。草鱼的咽喉齿侧扁呈锯齿状,适于切割、嚼碎高等植物,青鱼的咽喉齿呈臼齿状(与人的臼齿相似),适于压碎螺蛳外壳(图 1-3)。

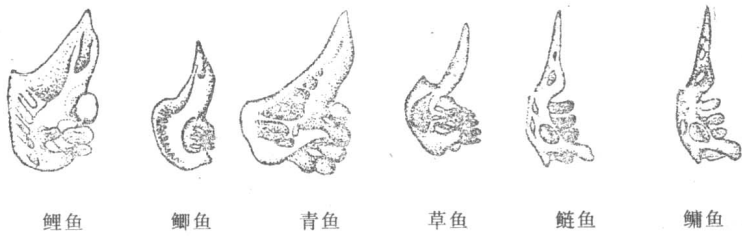


图 1-3 几种主要鱼类的咽喉齿(左侧背面观)

鲤科鱼类的咽喉齿往往能反映种的特征,所以常被用作分类的依据。记载齿的行数和每行齿数按一定的格式,这种记载齿的格式就称为齿式。如鲤鱼的齿式:1、1、3/3、1、1,表示左右咽喉齿各有 3 列,左侧最外 1 列 1 个,中间 1 列 1 个,最内 1 列 3 个,右侧与左侧完全相同。

此外,食浮游生物鱼类(如鲢、鳙鱼)其口咽腔内的鳃耙十分发达。鳃耙居于鳃弓的前方,朝向口腔(图 1-4)。鳃耙用来拦截食物,是重要的取食器官之一。鲢鱼的鳃耙比鳃丝长,每一根鳃耙之间又由骨质小桥编联起来象竹帘一样,其外面还覆盖着海绵状的筛膜,形成了致密的滤网。体长 66 厘米的鲢鱼,第一鳃弧外鳃耙有 1700 条,每毫米长的鳃弧上长有鳃耙 12~13 条,鳃耙间的间距为 34 微米,此外每毫米长的鳃耙上还长有 40 个侧突起。由于鲢鱼鳃耙有如此构造精细的滤器,所摄食的浮游动物与浮游植物之比为 1 : 248,因此形成了鲢鱼以滤食浮游植物为主的食性。

鳙鱼的鳃耙比鳃丝短,鳃耙之间无骨质小桥相连,更没有海绵状的鳃膜,其鳃耙数量比鲢鱼少,鳃耙间距较大,故滤水较快。体长 65 厘米的鳙鱼,第一鳃弧外鳃耙有 680 条,每毫米长的鳃弧上有 6~7 条鳃耙,耙间距为 68~85 微米,每毫米长的鳃耙上有侧突起 21~22 个。由于鳙鱼的鳃耙结构不如鲢鱼细密,只能滤食较大的浮游生物,摄食的浮游动物和浮游植物比例为 1:4.5,故鳙鱼以滤食浮游动物为主,而以浮游植物为辅。

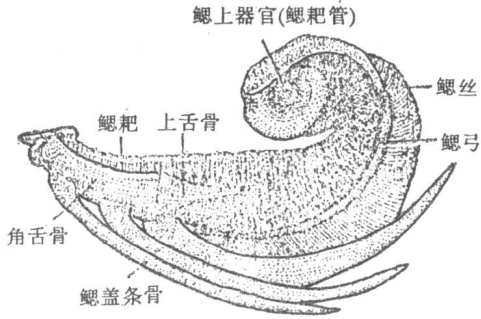


图 1-4 鲢的鳃耙

青鱼、草鱼的食物分别为螺蛳类和草类,因此鳃耙短而尖,排列稀疏。

(五) 鳔

肠管上方有一白色长形的囊状物称鳔。鳔里充满了空气。鱼类的鳔分别有一室(乌鳢)、两室(鲤、鲫鱼等)和三室(鳊、鲂鱼),有些鱼类则无鳔,如黄鳝。鳔的主要作用是调节鱼的内压,使

其和外界水环境的压力相平衡,以利鱼体浮沉。鱼体上浮时鳔内充气,下沉时排出鳔内气体。

(六) 循环系统

鱼的循环系统包括心脏和血管。血管有动脉、静脉和毛细血管三部分。

心脏在体腔前部,鳃的下方。鱼类的心脏由静脉窦、心房、心室和动脉球组成。心房前接静脉窦,后连心室。心房壁薄,但容量较大。心室肌肉壁特别发达,它是血液循环的主要动力泵,依靠心室的收缩将血液压送出去。心室之后为动脉球,这是腹主动脉的基部。和心房相通的是静脉,和心室相通的是动脉,联系动脉和静脉的是毛细血管。通过血液循环,给鱼体各组织输送养分,排出二氧化碳。

(七) 排泄系统

鱼的肾脏是紧贴在体腔背面的一对伸长的器官,它既是造血器官,又是排泄器官,呈紫红色。肾脏的每一小管都开口于输尿管,两条输尿管通到膀胱,再由尿道通到泄殖孔。

排泄作用是通过肾脏和鳃进行的。淡水鱼体液的浓度大于周围环境,根据渗透压原理,水通过鳃丝和口腔表皮等半渗透性薄膜而渗入鱼体,体内多余的盐分也从鳃、口腔和肾脏排出体外。

淡水鱼类的尿中含有氨、肌酸等成分。氨对鱼类有毒,在密集养鱼时排入水中的氨过多,对鱼类的生长将产生抑制作用。在封闭式运输活鱼时排入水中的氨过多,将对鱼类产生毒害作用。

(八) 生殖系统

雌鱼有一对卵巢,位于鳔的腹面的两侧,平常较细长,到生殖时期则膨涨很大,卵巢内充满卵粒。成熟的卵由卵巢通过输卵管从生殖孔排出体外。

雄鱼有精巢一对,位置同卵巢。平时也较细长,生殖前变得膨大,精巢呈乳白色,里面充满乳白色的精液,其中有无数的精子。精巢后面有一短管通往生殖孔,称输精管,精液通过输精管从生殖孔排出体外,在水中与卵结合,完成受精过程。

(九) 骨骼、皮肤和肌肉

鱼的骨骼可分为头骨、躯干骨和鳍骨,由这些骨骼组成一个完整的骨骼系统。

鱼的皮肤分为表皮和真皮两层。包围鳞片的为表皮,鳞片的基部与真皮相接。剥去皮肤,就露出肌肉。肌肉附着在骨骼上。鲤科等鱼类的肌肉中有细小的肌间骨,俗称鱼刺。

(十) 神经系统

鱼类的神经系统包括脑、脊髓和神经等部分。鱼的脑可分为端(前)脑、间脑、中脑、小脑和延脑五部分。端脑不发达,其前端有嗅神经,末端膨大成球形,称嗅球。间脑又称丘脑,它的底部称丘脑下部(又称下丘脑),其下端连接脑垂体,它是鱼类重要的内分泌腺。中脑较宽大,其主要机能是管理视觉。其后是小脑,它是鱼类运动的主要协调中枢。延脑是脑的最后部分,也是脑与脊髓之间的过渡地带。延脑与呼吸、循环、消化、皮肤、听觉等器官都有紧密的神经联系,故亦称延脑为生命中枢。

延脑之后有脊髓,一直通到尾部。它的功能一是起传导和联络的作用,二是为低级反射中枢,一些不经过脑部的简单反射运动由脊髓自己处理。

神经系统通过感觉器官(包括眼、耳、鼻、侧线等)和外界发生联系。这些感觉器官是神经系统的“哨兵”,这些“哨兵”时刻不停地将视觉、嗅觉、听觉、味觉以及皮肤触觉等信息传递到中枢神经系统(即脑和脊髓),在那里经过分析处理,使鱼体作出各种各样的反应。

三、鱼类的习性和生理特点

(一) 食性

不同种类的鱼类,其食性亦不相同,但在鱼苗阶段的食性基本相似。各种鱼苗从鱼卵中孵出时,都以卵黄囊中的卵黄为营养。仔鱼(指鱼苗身体具有鳍褶的时期,一般全长8~17毫米属仔鱼期)刚开食时,卵黄囊还没有完全消失,肠管已形成,此时仔鱼均摄食小型浮游动物,如轮虫、原生动物等,随着鱼体生长,食性开始分化,至稚鱼(鳍褶消失,体侧出现鳞片,一般全长17~70毫米属稚鱼期)阶段,食性开始明显分化,至幼鱼(全身被鳞,侧线明显,胸鳍条末端分枝,体色与斑纹与成鱼相似,一般全长75毫米以上属幼鱼期)阶段,其食性与成鱼食性相似或逐步趋近于成鱼食性。不同种类的鱼,其取食器官构造有明显差异,食性也不一样。一般鱼类的食性可以划分为以下几种类型:

1. 滤食性鱼类。如鲢、鳙等。它们的口一般较大,鳃耙细长密集,其作用好比一个浮游生物筛网,用来滤取水中的浮游生物。

2. 草食性鱼类。如草鱼、团头鲂、长春鳊等,均摄食大量水草或幼嫩陆草。

3. 杂食性鱼类。如鲤、鲫鱼等。其食谱范围广而杂,有植物性成分也有动物性成分。它们除了摄食螺蛳、河蚬、摇蚊幼虫等底栖动物和水生昆虫外,也摄食水草、丝状藻类、水蚤、有机碎屑等。

4. 肉食性鱼类。在天然水域中,有凶猛捕食其他鱼类(或虾类)为食的鱼类,如鳊鱼、鳙鱼、乌鳢、鳡等;也有性格温和,以无脊椎动物为食物的鱼类,如青鱼以螺蛳类为食,黄颡鱼摄食大量水生昆虫、虾类和其他底栖动物。

一般来说,除了食鱼的凶猛鱼类外,其他鱼类对人工投喂的动植物饲料,如饼渣、糠、麸、糟、蚕蛹等均喜食,这就为人工饲养,促进生长提供了一个良好的条件。

(二) 栖息习性

鱼的种类很多,生活习性的差异也很大。鱼类的栖息环境主要与它们的食性密切相关。比如水生植物都生长在水体的中下层,草鱼鲢鱼通常多栖息于水体的中下层;青鱼、鲤鱼、鲫鱼则栖息在水体底层,觅食泥底中的螺、蚬、水生昆虫等;而浮游生物大多聚集在水体中上层,故鲢、鳙鱼通常在水的中上层栖息,其中鲢鱼一般在水体上层活动。属于凶猛鱼类的鳊鱼,其摄食采用追捕方式,直接猛追猎物,因此鳊鱼常栖息在水草茂盛、水质清晰、透明度较大的水体中;而乌鳢的摄食并不采用追捕的方式,而是隐藏在水草中,待其他鱼类经过时,即迅速出击将其捕获。因此,乌鳢常栖息于水草茂盛的混浊水体中,常潜伏在浅水水草多的水底。鳊鱼、黄鳝、泥鳅是底栖鱼类,喜穴居或潜入泥中。

(三) 生长

生长包括体长和体重两方面的增加。各种鱼类都有自己的生长特性,但鱼类生长也有其固有的特性,它们是:

1. 生长的阶段性。生命在不同时期表现为不同的生长速度,称生长的阶段性。一般说来,鱼类进入首次性成熟之前的阶段,生长最快,该阶段称青春阶段;性成熟后生长速度明显缓慢,并且在若干年内变化不大,该阶段称壮盛阶段;最后阶段称衰老阶段,进入本阶段后,生长率明显下降,一直持续到老死。通常凡是性成熟越早的鱼类,个体越小,反则反之。此外,雄鱼比雌鱼先成熟,鲤科鱼类的雄鱼大约比雌鱼早成熟一年。因此,雄鱼的生长速度提早下降,造成多数鱼类同年龄的雄鱼个体比雌鱼小一些。为提高鱼产量和经济效益,在生产上都将生长最快的阶段,作为养殖周期,即将鱼养到性成熟以前捕出,使其在有限的投入中取得最大的体重。

2. 生长的季节性。生长与环境有密切关系,鱼类栖息的水体环境、水温、光照、营养、水质、鱼类群体密度等均影响鱼类的生长,其中尤以水温与饵料等,对鱼类生长速度影响最大,不同季节,温度差异很大,而饵料的丰欠又与季节有密切联系,因此鱼类的生长一般以一年为一个周期。

从生长的适温范围看,鱼可分为三大类。一类是生长的适温范围较低,通常称为冷水性鱼类,比如虹鳟,生长的水温范围为 $3\sim 25^{\circ}\text{C}$,最适的生长温度为 $10\sim 18^{\circ}\text{C}$ 。另一类生长适温范围较高,为 $20\sim 32^{\circ}\text{C}$,最适的生长温度为 $25\sim 32^{\circ}\text{C}$ 。我国主要的养殖鱼类、如青鱼、草鱼、鲢、鳙、鲤、鲫、鲂等均属此类型。第三种生长的适温范围更高,为 $25\sim 35^{\circ}\text{C}$,最适生长温度为 $30\sim 33^{\circ}\text{C}$,通常称为暖水性鱼类,它们在自然条件下生长在热带或亚热带,如非鲫、淡水白鲳等,当水温下降至 12°C 以下,就会逐渐死亡。

(四) 繁殖

鱼类经过一段时期的生长,性腺也随之发育成熟,性行为方式和方式以及对繁殖环境的要求均有不同的特点。

1. 性成熟年龄。鱼类性成熟年龄在很大程度上受到环境热量的影响。因而,性成熟年龄和个体大小随着所处的水域的纬度的不同而异。同一种类的鱼,通常在南方其性成熟较早,体形规格略小,在北方性成熟稍迟,规格较大。如青鱼、草鱼、鲢、鳙鱼,在珠江流域其性成熟年龄比长江流域的华中、华东地区早一年,成熟个体略小些;黑龙江流域比华中、华东地区迟 $1\sim 2$ 年成熟,规格也稍大些。

在同一地区同一种鱼类,由于营养条件不同,性成熟年龄也会出现差异。

2. 性成熟类型。根据鱼类一生中性成熟的次数而分为一次性和多次性两种类型。一次性成熟类型即一生成熟一次,繁殖后死去,如鳊鱼、大麻哈鱼等。大多数的养殖鱼类属多次性成熟类型,即性成熟后可繁殖多次,有一年成熟一次的性周期,也有一年成熟多次的性周期。

3. 产卵类型。按鱼类各自在产卵季节、产卵次数、卵附着基等方面的特点,可将鱼类的产卵类型划分如下:

(1) 按产卵季节划分

①春夏型:绝大多数的鱼类是在气候温和的春夏季节产卵的。因为此时的水温适宜,孵化